



· 各个击破 ·

名师视点

M INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 振动和波 ·

费毓良 主编

双色 亮丽版



高等教育出版社



名师视点 各个击破

名师视点

M

INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 振动和波 ·

费毓良 主编

东北师范大学出版社·长春

图书在版编目 (CIP) 数据

名师视点. 高中物理. 振动和波/费毓良主编.
—长春: 东北师范大学出版社, 2002, 6
ISBN 7-5602-3017-2

I. 名... II. 费... III. 物理课—高中—教学
参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 024609 号

MINGSHI SHIDIAN

- ☐ 出版人: 贾国祥 ☐ 策划创意: 一编室
☐ 责任编辑: 杨明宝 ☐ 责任校对: 李健平
☐ 封面设计: 魏国强 ☐ 责任印制: 栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街138号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: WWW.NNUP.COM 电子邮件: SDCBS@MAIL.JL.CN

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

开本: 890mm × 1240mm 1/32 印张: 4 字数: 130千

印数: 00 001 — 50 000 册

定价: 5.50元

CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《名师视点》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场一度处于混乱状态，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难辨真伪。但无论各版别的教材如何更新、变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，创新精神，增添科技内涵，活跃思维，培养学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识版块、考查要点串连在一起的，不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“视点”之所在。

《名师视点》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段，以语文、英语、数学、物理、化学五个学科为线索，以各科可资选取的知识版块作为专题视点，精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学经验为图书的精髓，以专题为视点，抓住学科重点、知识要点，缓解学生过重的学习负担。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题特点分类，数学、物理、化学各科则以知识块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同版块，紧抓重点难点，参照国家课程标

准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以达“润物细无声”之功效。

三、双色印刷，重点鲜明

《名师视点》丛书采用双色印刷，不仅突破以往教辅图书单调刻板的局限，而且对重点提示及需要引起学生注意的文字用色彩加以突出，使其更加鲜明、醒目。这样，学生在使用时既可以方便地找到知识重点，又具有活泼感，增添阅读兴趣。

四、适用区域广泛

《名师视点》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得该套书在使用上适用于全国的不同区域，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，成功并不属于某一个人，它需要我们的共同努力，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室

目录

名

师

视

点

第一章 机械振动	1
一、简谐运动	1
二、振幅、周期和频率	7
三、简谐运动的图像	10
四、单摆	16
五、简谐运动的能量 阻尼振荡	25
六、受迫振动 共振	30
七、实验:用单摆测重力加速度	35
第二章 机械波	48
一、波的形成和传播	48
二、波的图像	53
三、波长、频率和波速	61
四、波的干涉、衍射	73
五、多普勒效应	79
六、次声波和超声波	83
第三章 电磁场和电磁波	93
一、电磁振荡	93
二、电磁振荡的周期和频率	98
三、电磁场和电磁波	101
四、电磁波在现代技术中的应用	106
五、科学家的故事	109
综合能力检测题 1	111
综合能力检测题 2	114

第一章 机械振动

一、简谐运动

知识技能



1 知识点

(1) 机械振动

物体在平衡位置附近所做的往复运动称为机械振动,简称为振动。

平衡位置:是物体在振动方向上加速度为零的位置,即是物体振动过程中速度最大的位置。

例如:皮球在空中落下又弹起的振动过程中,其平衡位置是在球与地相互挤压弹力与重力相等的位置。

产生振动的条件: ① 物体一旦离开平衡位置,就受有恢复力的作用。
② 阻力足够小。

回复力:物体在振动方向上的合外力,它可以是几个力的合力,也可以是某一个力,还可以是某一个力的分力,是按力的作用效果命名的。方向总是指向平衡位置。

(2) 简谐运动

① 弹簧振子——理想化的物理模型,如图 1-1 所示。

a. 小球和水平杆间的摩擦忽略不计。

b. 弹簧的质量比小球的质量小得多,也可忽略不计。

② 简谐运动:

物体在跟偏离平衡位置的位移大小成正比,而且总指向平衡位置的回复力的作用下的振动,叫做简谐运动。

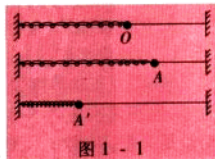


图 1-1

简谐运动的特征:(1)动力学特征: $F_{\text{回}}=-kx$;

$$(2)\text{运动学特征: } a=-\frac{k}{m}x.$$

2 知识讲解

(1)判断一个振动是否为简谐运动的依据是看该振动中是否满足上述受力特征或运动特征.

例 如图1-2所示,在两个相连接,倾角为 θ (θ 很小)的光滑面上来回滚动,试判断小球的振动是否为简谐运动.

解析 小球在振动中的回复力为小球所受重力沿斜面向下的分力 $F=mg\cdot\sin\theta$, 由于 F 为定值, 而与位移大小无关, 故不满足 $F=-kx$ 的条件, 所以小球的来回滚动不是简谐运动, 只能是一般的振动.

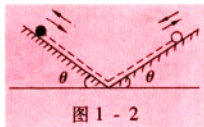


图 1-2

(2)简谐运动是一种变加速运动.

振动质点远离平衡位置时,位移、回复力、加速度(回复力方向)均增大,速度减小.当达最大位移处时,位移、回复力、加速度(回复力方向)均达到最大值,而速度为零.当振动质点回到平衡位置时,位移、回复力、加速度(回复力方向)为零,则速度达到最大值.

(3)振动质点受到的回复力和加速度(回复力方向)的方向总是指向平衡位置,而总与位移的方向相反.

典型示例



简谐运动中质点通过同一位置时:①回复力、回复力产生的加速度、位移、动能和势能都是相同的.②速度和动量可能不相同,因为速度和动量的方向可能不同,因此在涉及矢量时,其方向不可忽视.

例1 弹簧振子做简谐运动,当振子连续两次通过平衡位置时,振子的().

- A. 加速度相同,动能相同 B. 动能相同,动量相同
C. 加速度相同,速度相同 D. 动量相同,加速度相同

解析 正确答案是A. 振子通过平衡位置的瞬间,回复力为零,所以加速度为零,连续两次通过平衡位置的速度大小相等,方向相反. C 错误. 动能是标量,动量是矢量,因此 B、C、D 均错误.

注 分析判断此类问题的关键是,要注意速度和动量是矢量.

例 2 关于简谐运动受力和运动的特点,下列说法中正确的是().

- A. 回复力的方向总跟离开平衡位置的位移的方向相反
 B. 速度的方向跟离开平衡位置的位移的方向总是相同的
 C. 振子越接近平衡位置,运动得越快,因而加速度越大
 D. 振子在最大位移处,加速度最大,速度为零

解析 正确答案是 A、D. 所谓“位移”是振子偏离平衡位置的位移,即振子在平衡位置左侧时,位移的方向为左,振子在平衡位置右侧时,位移的方向为右. 而回复力的方向总是指向平衡位置,故 A 正确. 振子在平衡位置的某侧如右侧,速度方向可能向右也可能向左,还可能速度为零(恰到达最大位移处),故 B 错误. 振子接近平衡位置的过程中回复力减小,加速度减小,速度增加,故 C 错误.

例 3 如图 1-3 所示,质量为 m 的物体 A 放在质量为 M 的物体 B 上, B 与弹簧相连,它们一起在光滑水平面上做简谐运动,振动过程中 A、B 之间无相对运动,设弹簧的劲度系数为 k ,当物体离开平衡位置的位移为 x 时, A、B 间摩擦力的大小等于().

- A. 0 B. kx C. $\frac{m}{M}kx$ D. $\frac{m}{M+m}kx$

解析 A、B 间无相对运动时, B 对 A 的静摩擦力即为 A 振动的回复力. 当物体位移为 x 时,根据胡克定律和牛顿第二定律, (对 A、B 整体列方程)

$$F=kx=(M+m)a, \therefore a=\frac{kx}{M+m}.$$

再以 A 为研究对象,由牛顿第二定律: $f=ma=m \cdot \frac{kx}{M+m} = \frac{m}{M+m}kx$, 故选择 D

答案.

同类题变式 1 如图 1-4 所示, A 与自由长度为 l_0 的轻弹簧相连, A、B 物块叠在一起, 放在光滑的水平面上. 振动时, A、B 间始终没有相对滑动. 已知 $m_A=3m$, $m_B=m$, 当振子距平衡位置的位移 $x=\frac{1}{2}l_0$ 时, 系统的加速度恰为 a ,

求 A、B 间的摩擦力 f 与位移 x 的关系.

解析 在振动过程中, A、B 始终没有相对滑动, 即 A、B 始终具有共同的加速度, 并且 A 对 B 的静摩擦力充当 B 振动的回复力. 当振动到 $x=\frac{1}{2}l_0$ 位置时, 对

A、B 整体由胡克定律和牛顿第二定律: $k\left(l_0-\frac{1}{2}l_0\right)=(m_A+m_B)a$, ①

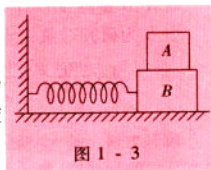


图 1-3

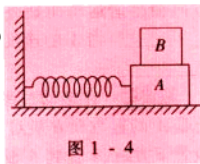


图 1-4

由①得 $k = \frac{3m+m}{\frac{1}{2}l_0} a = \frac{8m}{l_0} a$. 当 A, B 振动到距平衡位置为 x 时, 仍对 A, B 整体由

胡克定律和牛顿第二定律:

$$kx = (m_A + m_B)a', \quad \text{②} \quad \text{由①②得: } a' = \frac{kx}{4m} = \frac{\frac{8m}{l_0} a x}{4m} = \frac{2}{l_0} ax.$$

再以 B 为研究对象, 由牛顿第二定律 $f = m_B a' = m \frac{2a}{l_0} x = \frac{2ma}{l_0} x$.

同类题变式 2 若在上题中, 当 A, B 间的滑动摩擦因数为 μ 时, 则要使 A, B 不发生相对滑动的最大振幅为多大?

解析 当 A, B 不发生相对滑动, 最大振幅仍是刚好保持相对静止状态, 此时 A 对 B 的摩擦应为最大静摩擦力, 可按 $f_m = \mu mg$ 计算, 仍由胡克定律和牛顿第二定律:

$$\text{对 } A, B \text{ 整体: } kA = (m_A + m_B)a_m, \quad \text{①}$$

$$\text{以 } B \text{ 为研究对象: } f = \mu m_B g = m_B a_m, \quad \text{②} \quad \text{由②式得 } a_m = \mu g \text{ 代入①式得:}$$

$$A = \frac{4m\mu g}{k} = \frac{4m\mu g}{\frac{8m}{l_0} a} = \frac{l_0 \mu g}{2a}.$$

解题方法 解此类题的关键应分析出三点: ① A, B 保持相对静止, 说明 A, B 具有共同的加速度, 并且之间的摩擦力为静摩擦力. ② 分析寻找上方物体随之振动的回复力是 A, B 之间的静摩擦力. ③ 对 A, B 整体充当回复力为弹簧的弹力.

例 4 如图 1-5 所示, 质量为 m 的物块 A 放在木板 B 上, 而 B 固定在竖直的轻弹簧上. 若使 A 随 B 一起沿竖直方向做简谐运动而始终不脱离, 则充当 A 的回复力的是 _____. 当 A 的速度达到最大时, A 对 B 的压力大小为 _____.

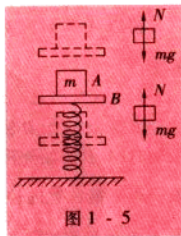


图 1-5

解析 在振动过程中, 充当 A 随 B 一起振动的回复力是 A 的重力和 B 板对 A 的支持力的合力. 当振动到平衡位置下方时, A 受到 B 板的支持力大于 A 的重力, 离平衡位置越远, 合力越大, 越不易分离. 当振动到平衡位置上方时, A 受到的重力大于 B 板的支持力, 离平衡位置越远, 合力越大 N 越小, 则 A, B 不分离, $N \geq 0$. 只要在最高点 A, B 仍能相对静止, 则它们就会始终不脱离. 在最高点, 提供 A 的最大回复力为 mg ($N=0$), 即最大加速度 $a_m = g$, 故 A, B 不脱离的条件是 $a \leq g$. 可见, 在振动过程中, 是 A 的重力与 B 板对 A 的支持力的合力充当 A 的回复力.

因为 A 在系统的平衡位置时速度最大, 此时 A 所受重力与 B 对它的支持力的合力为零, 由牛顿第三定律可知, A 对 B 的压力大小等于其重力。

解题方法 这类涉及临界条件的问题, 关键是正确确定临界状态。如果要求系统有最大振幅, 可仍以最高点为例, 设弹簧的劲度系数为 k , B 的质量为 m_B , 因为对 A 有 $mg=ma$, 振幅最大时 a 才有最大值, 对 A 、 B 系统由 $kA=(m+m_B)a_m$, 得 $A=(m+m_B)g/k$ 。

能力检测



- 下列各种运动中属于机械振动的有()。
 - 蒸汽机活塞的往复运动
 - 微风中摇摆的树梢
 - 走动着的时针
 - 河面上浮动的浮标
- 简谐运动属于()。
 - 周期性变化的匀变速直线运动
 - 短时间内发生变化的匀变速直线运动
 - 周期性变化的变加速运动
 - 速度与加速度方向始终相反的变速运动
- 弹簧振子做简谐运动的过程中, 当振子各次经过同一位置时, 不一定相等的物理量是()。
 - 速度
 - 加速度
 - 动能
 - 弹性势能
- 一根弹簧原长为 l_0 , 挂一质量为 m 的物体时伸长到 l 。当把这根弹簧与该物体套在一根光滑水平的杆上组成弹簧振子, 且振幅为 A 时, 物体振动的最大加速度为()。
 - $\frac{lg}{l_0}$
 - $\frac{Ag}{l-l_0}$
 - $\frac{Ag}{l_0}$
 - $\frac{lg}{l-l_0}$
- 一弹簧振子振动过程中的某段时间内加速度数值越来越大, 则在这段时间内()。
 - 振子的速度越来越大
 - 振子正向平衡位置运动
 - 振子的速度与加速度方向相反
 - 以上说法都不正确
- 一平台沿竖直方向做简谐运动, 一物体置于平台上随台一起运动, 当振动平台处于什么位置时, 物体对平台的正压力最大()。
 - 当振动平台运动到最高点
 - 当振动平台向下运动过振动中心点时

- C. 当振动平台运动到最低点时
D. 当振动平台向上运动过振动中心点时

7. 如图 1-6 所示, 质量为 M 的木箱放在水平地面上. 一轻质弹簧上端固定在木箱的顶板上, 下端拴一质量为 m 的小球, 现使小球上、下振动, 振动过程中木箱始终没有离开地面, 当小球的加速度大小为多少时, 木箱对地面的压力恰好为零?

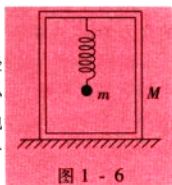


图 1-6

8. 如图 1-7 是一弹簧振子, 设向右方向为正, O 为平衡位置, 则().
A. $A \rightarrow O$ 时, 位移为负值, 加速度为负值
B. $O \rightarrow B$ 时, 位移为正值, 加速度为负值
C. $B \rightarrow O$ 时, 位移为负值, 速度为负值
D. $O \rightarrow A$ 时, 位移为负值, 加速度为正值

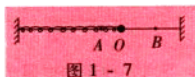


图 1-7

9. 如图 1-8 所示, 质量为 m_1 的物块 A 上端用细线悬挂, 下端连接一劲度系数为 k 的弹簧, 弹簧下端连接一质量为 m_2 的物块 B, 系统保持静止. 现用力向下拉 B 一段位移, 然后由静止释放, 使 B 在竖直方向做简谐运动, 在振动过程中为使 A 始终保持静止, 则向下拉 B 的位移不能超过多大? 在 B 振动过程中细线受到的最大拉力为多大?

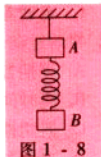


图 1-8

- * 10. 如图 1-9 所示, 质量为 m 的 A 与质量为 M 的 B 两方形物块用细线捆在一起, B 与竖直轻弹簧相连并悬于 O 点, 它们一起在竖直方向上做简谐运动, 在振动中两物块的接触面总处在竖直位置, 设弹簧的劲度系数为 k , 当物块组振动中通过平衡位置时, A、B 间的静摩擦力值为 f_0 ; 向下离开平衡位置的位移为 x 时, A、B 间的静摩擦力值为 f_x , 则().

A. $f_0=0$

B. $f_0=(M-m)g$

C. $f_x=mg+\frac{m}{M+m}kx$

D. $f_x=\frac{m}{M+m}kx-mg$

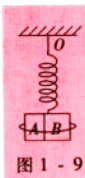


图 1-9

参考答案

1. ABD 2. C 3. A 4. B 5. C 6. C 7. $\frac{M+m}{m}g$ 8. D

9. $\frac{g}{k}(m_1+m_2)$ $2(m_1+m_2)g$

10. C. 对 A: $f_0=mg$; 对 AB: $kx=(m+M)a$; 对 A: $f_x-mg=ma$; 所以 $f_x=\frac{m}{m+M}kx+mg$.

二、振幅、周期和频率

知识技能



1 知识点

(1) 振幅 A : 振动中物体离开平衡位置的最大距离, 是描述振动强弱的物理量.

位移 x : 由平衡位置指向振动质点所在位置的有向线段, 是矢量. 其最大值等于振幅.

(2) 周期 T : 振动物体完成一次全振动所用的时间, 单位是秒.

全振动: 指振动物体经过振动中的所有位置又以相同的速度回到初始时刻的过程, 即是完成四个振幅的振动.

(3) 频率 f : 单位时间内完成全振动的次数. 单位是赫兹, 符号是“Hz”.

2 知识讲解

(1) 振幅是标量, 不分正、负. 振幅就是最大位移的大小. 在简谐运动中系统只有回复力做功, 振幅大小不变, 而位移和路程是时刻变化的. 在一个周期内振动运动的路程 s 与振幅 A 的关系是: $s=4A$. 在时间 Δt 内质点通过的路程为 $\Delta s = \frac{\Delta t}{T} 4A = \frac{\Delta t}{T/4} \cdot A$.

(2) 周期和频率都是表示振动快慢的物理量. 二者互为倒数关系: 即 $T = \frac{1}{f}$, 或 $f = \frac{1}{T}$. 周期越长, 频率越低, 振动越慢. 简谐运动的周期和频率由振动系统本身的性质所决定, 与振幅的大小无关, 因此叫固有周期和固有频率.

典型示例



在研究简谐运动中,物体的位移、速度、加速度、回复力、动能和势能都在做周期性的变化,要注意分析这些物理量的特点,同时要注意振动过程的对称性和重复性.

例 1 如图 1 - 10 所示,弹簧振子在振动过程中,振子经 a 、 b 两点的速度相同,若它从 a 到 b 历时 0.2 s ,从 b 再回到 a 的最短时间为 0.4 s ,则该振子的振动频率为().

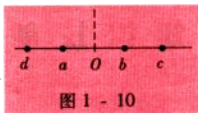


图 1 - 10

- A. 1 Hz B. 1.25 Hz C. 2 Hz D. 2.5 Hz

解析 振子经过 a 、 b 两点速度相同,根据弹簧振子的运动特点,不难判断 a 、 b 两点对平衡位置 O 点一定是对称的,振子由 b 经 O 到 a 所用的时间也是 0.2 s ,由于“从 b 再回到 a 的最短时间是 0.4 s ,说明振子运动到 b 后是第一次回到 a 点,且 Ob 不是振子的最大位移,设图中的 c 、 d 为最大位移处,则振子从 $b \rightarrow c \rightarrow b$ 历时 0.2 s ,同理,振子从 $a \rightarrow d \rightarrow a$,也历时 0.2 s ,故该振子的周期 $T=0.8\text{ s}$,根据周期和频率互为倒数的关系,不难确定该振子的振动频率为 1.25 Hz . 故本题答案为 B.

解题方法 做简谐运动的物体,重点抓住对平衡位置具有对称性的特点.

例 2 质点沿直线以 O 为平衡位置做简谐运动, A 、 B 两点分别为正最大位移处与负最大位移处的点, A 、 B 相距 10 cm ,质点从 A 到 B 的时间为 0.1 s ,从质点到 O 点开始计时,经过 0.5 s ,则下列方法中正确的是().

- A. 振幅为 5 cm B. 振幅为 10 cm
C. 通过路程为 50 cm D. 质点位移为 50 cm

解析 振幅为振动质点离开平衡位置的最大距离,故 A 选项正确. 质点从 A 到 B 的时间为 0.1 s ,即为半个周期,质点通过 2 个振幅. 经 0.5 s 质点通过 10 个振幅,因而路程为 50 cm ,故 C 选项正确. 0.5 s 末质点位于 O 点,位移是以平衡位置为起点,因而位移为零,而不是 50 cm . 所以本题正确答案选 A、C.

解题方法 解此类题应注意位移和路程的区别.

例 3 在如图 1 - 11 中, O 为做简谐运动的物体的平衡位置,物体从 O 到 C 经历时间为 0.3 s ,从 C 运动到 D 后又回到 C ,经历时间为 0.2 s ,试分析能否求出物体振动的周期?

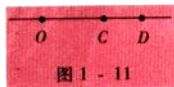


图 1 - 11

解析 由简谐运动的对称性和周期性可知,物体由 C 运动到 D 和由 D 运动到 C 所用时间是相同的,而物体从 O 运动到 D 所用的时间为 $\frac{T}{4}$.

由 $\frac{T}{4} = \left(0.3 + \frac{0.2}{2}\right) \text{ s} = 0.4 \text{ s}$, 从而 $T = 1.6 \text{ s}$.

动脑思考 本题中“物体从 O 到 C 经历时间为 0.3 s ”, 是指物体从 O 向右做直线运动到 C 所需时间为 0.3 s . 若把条件改为“从 O 点开始计时, 经过 0.3 s 物体第一次经过 C 点”, 则意味着在开始计时时刻物体可能从 O 点向右运动, 也可能从 O 点向左运动, 这样, 物体振动的周期可能有两个解. 请求出这两个解, 并求出物体第二次经过 C 点后还需多长时间又一次经过 C 点.

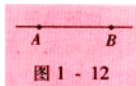
能力检测



- 一个弹簧振子在水平光滑水平面上做简谐运动, 周期为 0.025 s , 当振子从平衡位置开始向右运动, 经过 0.17 s , 振子运动的情况是().
 A. 正在向右做减速运动 B. 正在向右做加速运动
 C. 正在向左做减速运动 D. 正在向左做加速运动
- 某弹簧振子的振幅为 3 cm , 完成一次全振动小球通过的路程是 _____ cm . 如果振动的频率是 4 Hz , 则小球每秒通过的路程是 _____ cm .
- 做简谐运动的物体, 在 24 s 内完成 30 次全振动, 振动周期为 _____ s , 频率为 _____ Hz .
- 一弹簧振子在光滑的水平面上做简谐运动, 它的周期是 2.4 s , 当振子从平衡位置向开始运动并计时开始, 则下列说法正确的是().
 A. 经过 1.6 s , 振子正向右运动, 速度不断变小
 B. 经过 1.6 s , 振子正向左运动, 速度不断变小
 C. 经过 1.9 s , 振子正向右运动, 速度不断增大
 D. 经过 1.9 s , 振子正向左运动, 速度不断增大
- 一弹簧振子的周期是 0.2 s , 这个振子在 2 s 内通过的路程是 40 cm , 则这个振子的振幅是 _____ cm .
- 有一弹簧振子经过 a, b 两点时动量相等, 从 a 到 b 经过了 0.2 s , 从 b 再回到 a 的最短时间为 0.3 s , 则这个振子的周期为 _____ s .
- 一弹簧振子被分别拉离平衡位置 5 cm 和 1 cm 处放手, 使它们分别做简谐运动, 则前后两个振动的振幅之比 $A_1 : A_2 =$ _____; 振动周期之比 $T_1 : T_2 =$ _____; 在最大位移处回复力之比 $F_1 : F_2 =$ _____.



8. 在甲物体振动 20 次的时间内,乙物体振动 15 次,甲、乙振动的周期之比为 _____,频率之比为 _____. 若要求乙也振动 20 次,则甲、乙所用时间之比为 _____.
9. 如图 1 - 12 所示,振动质点做简谐运动,先后以大小相同而方向相反的加速度通过 A、B 两点,历时 2 s,过 B 后又经 2 s,仍以相同的加速度再经 B 点,其振动周期为 _____ s.
10. 一个做简谐运动的质点,其振幅是 4 cm,频率是 2.5 Hz,该质点从平衡位置起经过 2.5 s 后的位移和路程是().
- A. 40 m, 24 cm B. 4 cm, 100 cm C. 24 cm, 0 D. 0, 100 cm



参考答案

KEY

1. B 2. 12 cm 48 cm 3. 0.8 1.25 4. B C 5. 1 cm 6. 0.6
7. 5:1 1:1 5:1 8. 3:4 4:3 3:4 9. 5.8 10. B

三、简谐运动的图像

知识技能



1 知识点

(1) 简谐运动的图像

- ① 坐标轴:横轴表示时间,纵轴表示位移.
- ② 图线特点:正弦(或余弦)曲线.
- ③ 物理意义:表示做简谐运动的质点的位移随时间的变化规律.

2 知识讲解

(1) 简谐运动图像反映的几个物理量

- ① 任一时刻振动质点离开平衡位置的位移:纵坐标值.
- ② 振幅 A:图像中纵坐标的最大值.
- ③ 周期 T:两相邻的位移和速度始终完全相同的两状态间的时间间隔.



④ 任一时刻的速度大小及方向:图线上该时刻对应的斜率大小反映速度大小,斜率正、负反映速度方向.斜率大时速度大,斜率为正时速度为正,斜率为负值时速度为负.

⑤ 任一时刻加速度(回复力)方向:与位移方向相反,总是指向平衡位置,即时间轴.

⑥ 某一段时间内位移、回复力、加速度、速度、动能及势能的变化情况:当振动质点向平衡位置方向运动时,速度、动能均增大,而位移、回复力、加速度、势能均减小,否则相反.

典型示例



(1)简谐运动的图像表示的是做简谐运动的质点在不同时刻离开平衡位置的位移情况,并不是质点的运动轨迹.

(2)处理振动图像问题时,一定要把图像还原为质点的实际振动过程分析.

例 1 如图 1 - 13 所示,是某简谐运动的图像,试由图像判断下列说法正确的是().

- A. 振幅是 3 cm
- B. 周期是 8 s
- C. 4 s 末振动质点的速度为负,加速度为零
- D. 第 14 s 末振动质点的加速度为正,速度最大

解析 正确答案是 B、C.

纵轴是质点离开平衡位置的位移,横轴是时间,图像为振动图像.由图像可知振幅 $A=3$ cm, A 答案单位错,而周期为 8 s,故 B 正确.

4 s 末质点由正位移向负位移通过平衡位置,位移为零,速度为负向,而加速度为零,故 C 正确.

从第 12 s 末到第 14 s 末图像延伸到 x 轴负的最大值处,故此时质点位移为负的最大值,加速度最大,且为正值,但速度为零,故 D 错.

可见,处理振动图像问题一定要把图像还原为质点的实际振动过程分析,注意图像不是振动物体的轨迹.

例 2 一弹簧振子做简谐运动,周期为 T ,则().

- A. 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子运动位移的大小相等,方向相同,则 Δt 一定等

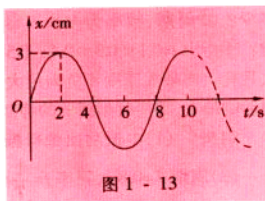


图 1 - 13